

## **TUGAS AKHIR**

# **PRARANCANGAN PABRIK NITROBENZENA DARI BENZENA DAN ASAM CAMPUR DENGAN PROSES BATCH KAPASITAS 325.000 TON/TAHUN**

Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu  
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia  
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Oleh :  
**Mgs. Ahmad Idrus**  
**D 500 080 020**

Dosen Pembimbing:  
Ir. Herry Purnama, M.T.,Ph.D.  
M. Mujiburohman, S.T., M.T.,Ph.D.

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PRARANCANGAN PABRIK NITROBENZENA DARI BENZENA  
DAN ASAM CAMPUR DENGAN PROSES BATCH  
KAPASITAS 325.000 TON/TAHUN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

**MGS. AHMAD IDRUS**  
**D500 080 020**

Telah diperiksa dan dietujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing:



**Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**

**NIK. 664**

## HALAMAN PENGESAHAN


### **PRARANCANGAN PABRIK NITROBENZENA DARI BENZENA DAN ASAM CAMPUR DENGAN PROSES BATCH KAPASITAS 325.000 TON/TAHUN**

Oleh:  
**MGS. AHMAD IDRUS**  
**D500 080 020**

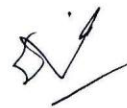
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Kamis, 25 Februari 2016  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

#### **Dewan Penguji:**

1. **Ir. Herry Purnama, M.T.,Ph.D**

  
(.....)


2. **Rois Fatoni, S.T.,M.Sc.,Ph.D**

  
(.....)

3. **Hamid Abdillah, S.T.,M.T**

  
(.....)

Dekan Fakultas Teknik

  
**Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D**  
**NIK. 682**

## **PERYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan diatas maka saya akan mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Yang bertandatangan di bawah ini:

Surakarta, 30 Mei 2016



**Mgs. Ahmad Idrus**

## INTISARI

Nitrobenzen merupakan bahan baku dalam pembuatan anilin. Pabrik nitrobenzen dari benzen dan asam campuran didirikan karena kebutuhan akan bahan tersebut semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pabrik nitrobenzen ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk diekspor. Pabrik nitrobenzen ini dirancang dengan kapasitas 3250.000 ton per tahun yang beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses pembuatan nitrobenzen ini menggunakan proses nitrasi langsung fase cair dengan perbandingan mol benzen : asam nitrat = 1,05:1. Reaksi bersifat eksotermis dan dijalankan dalam reaktor *batch*, fase cair-cair, *irreversible* serta kondisi operasi dijaga *isothermal* (50 °C) dan tekanan 1 atm.

Nitrasi benzen dengan asam campuran, dengan proses *batch* ini menggunakan asam campuran sebesar 56-60% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 27-32% HNO<sub>3</sub>, 8-17% H<sub>2</sub>O. Temperatur reaksi adalah 50-55 °C, produk keluar nitrator dipisahkan dalam separator. Produk nitrobenzen dinetralkan dengan NaOH. Untuk pemurnian dilakukan dengan proses distilasi. Yield 95-98% dan waktu reaksi secara batch berkisar 2-4 jam.

Dari analisis ekonomi, pabrik nitrobenzen ini membutuhkan modal tetap sebesar Rp 85.198.785.000,00 dan modal kerja sebesar Rp 391.075.579.565,48. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 2.289.294.572.541,13/th. Keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 1.831.435.658.032,90/th. Analisis kelayakan ini memberikan hasil bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 20,05 % dan setelah pajak sebesar 15,42 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 0,48 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 2,03 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 15,02 % kapasitas, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 18,22 % kapasitas. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 25,60 %. Berdasarkan data-data di atas maka pabrik nitrobenzen dari benzen dan asam campuran ini cukup menarik untuk didirikan.

### ABSTRACT

*Nitrobenzene is a raw material for making aniline. Benzene and nitrobenzene plant for sour mix established because the need for such materials is increasing from year to year. Nitrobenzene plant is designed to meet the needs of the country and the role in the possibility to be exported. Nitrobenzene plant is designed with a capacity of 325.000 tonnes a year with operated for 330 days a year. Nitrobenzene manufacturing process using a direct nitration process liquid phase mole ratio of benzene : each nitrate = 1,05 : 1. The reaction is exothermic and run with batch reactors, liquid-liquid phase, irreversible and kept isothermal operating conditions (50°C) and a pressure of 1 atm.*

*Nitration of benzene with mixed acid, with this batch process using a mixed acid at 56-60%  $H_2SO_4$ , 27-32%  $HNO_3$ , 8-17%  $H_2O$ . The reaction temperature is 50-55°C, product out nitrator separated in the separator. Nitrobenzene in the neutralization products, 95-98% yield and reaction time in batches ranging from 2-4 hours.*

*From the analysis of the economic, nitrobenzene plant requires a fixed capital of 85,198,785,000.00 IDR fixed capital and working capital of 391,075,579,565.48 IDR. Profit before tax of 2.289.294.572.541,13 IDR, profit after tax 1,831,435,658,032,90 IDR a year. This feasibility analysis gives the result that the percent Return On Investment (ROI) before tax amounted to 20,05% and after tax of 15,42% Pay Out Time (POT) before tax of 0,48 years, while after tax of 2,03 years, Break Even Point (BEP) amounted to 15,02 capacity, and Shut Down Point (SDP) amounted to 18,22 capacity, Discounted Cash Flow (DCF) amounted to 25,60% based on the data above, the benzene and nitrobenzene plant sour mix is quite interesting to be established.*

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia pada era globalisasi seperti sekarang ini semakin pesat dan berkembang. Salah satu contoh yaitu pembangunan industri-industri kimia yang dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, dengan daya saing dan daya jual yang berbeda-beda untuk menarik perhatian pasar. Dengan berjalannya waktu atas peningkatan yang terjadi maka kebutuhan untuk bahan baku industri kimia juga mengalami peningkatan.

Keuntungan dari pendirian pabrik nitrobenzena yaitu; dapat memenuhi kebutuhan nitrobenzen di dalam negeri sehingga dapat mengurangi impor dan diharapkan dapat memberi keuntungan finansial dan menambah devisa negara. Selain itu juga dapat membantu pemerintah untuk membuka lapangan kerja sekaligus dapat mendukung berkembangnya industri-industri di Indonesia dan memacu tumbuhnya industri baru terutama nitrobenzen.

## 2. METODE

Penentuan kapasitas produksi nitrobenzena berdasarkan beberapa pertimbangan antara lain:

- Ketersediaan bahan baku

Bahan baku pembuatan nitrobenzena adalah benzena, asam nitrat dan asam sulfat telah banyak diproduksi di Indonesia sehingga ketersediannya terjamin. Beberapa pabrik yang menyediakan bahan baku tersebut diantaranya:

- Bahan benzena diperoleh dari PT Pertamina UP di Balikpapan – Kalimantan Timur Kapasitas Produk 80.000 ton/tahun
- Bahan asam sulfat diperoleh dari PT Inti Adonai Intan Prakas di Bontang-Kalimantan Timur Kapasitas Produk 82.500 ton/tahun
- Bahan asam nitrat diperoleh dari PT Kaltim Nitrat Indonesia di Bontang-Kalimantan Timur Barat Kapasitas Produk 300.000 ton/tahun.

- Kapasitas komersial

Tabel 1.1 Data pabrik nitrobenzena di dunia

| Produsen                       | Kapasitas juta ton/tahun |
|--------------------------------|--------------------------|
| BASF, Geimar, LA               | 600                      |
| Du Pont, Baumont, Tex          | 380                      |
| First Chemical, Pasgoula, Miss | 340                      |
| First Chemical, Baytown, Tex   | 500                      |
| Rubicon, Geimar, LA            | 1.140                    |
| Total                          | 2.960                    |

([www.the-inovation-group.com](http://www.the-inovation-group.com))

Dari data pabrik-pabrik yang sudah beroperasi di beberapa negara dapat dilihat secara ekonomis kapasitas minimal berkisar 30.000 ton/th (Faith, Keyes & Clark, 1975).

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dalam perancangan pabrik nitrobenzena yang akan didirikan tahun 2022, direncanakan kapasitas produksi pabrik sebesar 325.000 ton/tahun. Dengan kapasitas tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan meninjau kebutuhan dunia yang cukup besar, sehingga produk dapat diekspor ke luar negeri.

### **2.1. Penyediaan Bahan Baku**

Bahan baku benzena diperoleh dari PT Pertamina UP di Balikpapan, Kalimantan Timur. Kapasitas Produk 80.000 ton/tahun dan Bahan asam sulfat diperoleh dari PT Inti Adonai Intan Prakas di Bontang, Kalimantan Timur. Kapasitas Produk 82.500 ton/tahun. Bahan asam nitrat diperoleh dari PT Kaltim Nitrat Indonesia di Bontang, Kalimantan Timur. Kapasitas Produk 300.000 ton/tahun. Lokasi pabrik berdekatan dengan bahan baku sehingga mendapatkan kemudahan dalam proses produksi.

### **2.2. Pemasaran Produk**

Daerah Kalimantan Timur merupakan daerah yang sangat strategis untuk pendirian suatu pabrik terutama pabrik nitrobenzena, dengan belum adanya pendirian pabrik nitrobenzena di lokasi ini merupakan salah satu penunjang akan kemajuan pesat karena belum mempunyai pesaing. Selain itu lokasi juga berdekatan dengan Pabrik Kaltim Nitrat Indonesia yang merupakan salah satu bahan baku pembuatan nitrobenzena.

### **2.3. Macam-macam Proses Pembuatan Nitrobenzena**

- 2.3.1. Nitrasi benzena dengan asam campuran, dengan proses *batch*  
Dalam proses ini asam campuran yang digunakan 56-60%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 27-32%  $\text{HNO}_3$ , 8-17%  $\text{H}_2\text{O}$ . Temperatur reaksi adalah 50-55 oC, produk keluar nitrator dipisahkan dalam separator. Produk nitrobenzena dinetralkan dengan NaOH. Untuk pemurnian dilakukan dengan proses distilasi. Yield 95-98% dan waktu reaksi secara batch berkisar 2-4 jam (Kirk Othmer, 1996).
- 2.3.2. Nitrasi benzena dengan asam campuran dengan proses kontinyu. Proses kontinyu adalah proses Beazzi yang pada prinsipnya sama dengan proses *batch*, sedangkan letak perbedaannya adalah:
  - a. Versi untuk reaktor yang digunakan untuk proses kontinyu lebih kecil, 30 gallon nitrator kontinyu setara dengan 1500 gallon nitrator batch (Faith, Keyes & Clark, 1975).



- b. Konsentrasi  $\text{HNO}_3$  untuk penetrasi lebih rendah. Pada *batch* berkonsentrasi  $\text{HNO}_3$  27-32% sedangkan pada kontinyu konsentrasi  $\text{HNO}_3$  20-26%.
- c. Kecepatan reaksi lebih tinggi, hal ini karena dengan ukuran reaktor lebih kecil, sehingga pengadukan lebih efisien.
- d. Waktu reaksi lebih cepat, pada proses *batch* 2-4 jam, sedangkan pada proses kontinyu 10-30 menit.

Selain mempunyai banyak kelebihan, proses kontinyu juga mempunyai kekurangan sebagai berikut:

- Penggunaan *nitrating agent*, dengan salah satu komponen dari penitrasi tersebut adalah  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang merupakan asam yang sangat korosif.
- Perlu untuk rekonsentrasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sehingga dapat diperkirakan, biayanya cukup tinggi (Kirk Othmer, 1996).

2.3.3. Nitirasi benzena dengan asam nitrat, pada proses ini kedudukan asam campuran sebagai asam penitrasi digantikan dengan asam nitrat dan sisanya air. Proses ini kurang menguntungkan, dibutuhkan asam nitrat yang berlebihan untuk menghasilkan nitrobenzena dalam jumlah yang sama. Proses ini membutuhkan bahan baku yang lebih banyak sehingga ukuran alat yang dibutuhkan jauh lebih besar. Jadi dari segi ekonomis juga kurang menguntungkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis ekonomi, pabrik nitrobenzena ini membutuhkan modal tetap sebesar Rp 85.198.785.000,00 dan modal kerja sebesar Rp 391.075.579.565,48. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 2.289.294.572.541,13/th. Keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 1.831.435.658.032,90/th. Sehingga analisis kelayakan ini memberikan hasil bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 20,05% dan setelah pajak sebesar 15,42%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 0,48 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 2,03 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 15,25% kapasitas, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 18,22% kapasitas. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 25,60%. Berdasarkan data-data di atas maka pabrik nitrobenzena dari benzena dan asam campuran ini layak dan menarik untuk didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brown, G.G., 1950, "*Unit Operations*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1979, "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol. 6, Pergamon Press, Oxford
- Faith, W.L., Keyes, D.B., and Clark, R.L., 1957, "*Industrial Chemistry*", John Wiley and Sons, London
- Fessenden, R. and J.S. Fessenden, 1986, "*Organic Chemistry*", 3<sup>rd</sup>.ed., Wadsworth Inc., Belmont, California
- Geankoplis, C.J. and J.F. Richardson, "*Design Transport Process and Unit Operation*", 1989, Pegamon Press, Singapore
- Groggins, 1986, "*Unit Process In Organic Synthesis*", Mc Graw Hill, Singapore
- Holman, J. P., 1988, "*Perpindahan Kalor*", alih bahasa Jasifi E., edisi ke-6, Erlangga, Jakarta
- Hougen, O.A., Watson, K.M., and Ragatz, R.A., 1954, "*Chemical Process Principle*", Vol III, John Wiley and Sons Inc., New York
- Kern, D.Q., 1950, "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill International Book Company Inc., New York
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1980, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3<sup>rd</sup> ed., Vol. 4, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York
- Levenspiel, O., 1972, "*Chemical Reaction Engineering*", 2<sup>nd</sup> ed., John Wiley and Sons, inc., Toronto
- Mc Ketta, j.j. and Cunningham, W.A., 1992, "*Encyclopedia of Chemical Processing and Design*", Vol 5, Marcel Decker inc., New York
- Perry, R.H. and Green, D.W., 1997, "*Perry's Chemical Engineers' Handt*" 7<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill Book Company, New York
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 2004, "*Plant Design and Economic for Chemical Engineering*", 5<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill International Book Company Inc., New York
- Rase, H.F., and Holmes, J. R., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant, Volume One : Principles and Techniques*", John Wiley and Sons, Inc., New York
- Smith, J.M., 1985, "*Chemical Engineering Kinetics*", 5<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1987, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill Book Co., New York
- Treybal, R.E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore
- Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*", John Wiley and Sons, Inc., New York
- Wahyudi, B. S., dan Agus Prasetya, 1997, "*Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia*", Penerbit Andi, Yogyakarta

Yaws, 1979, "*Thermodynamic and Physical Properties Data*", Mc Graw Hill  
Book Co. Singapore

<http://www.the-innovation-group.com/welcome.htm>, 2003

[http://regionalinvestment.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=3385&Itemid=98](http://regionalinvestment.com/index.php?option=com_content&task=view&id=3385&Itemid=98)

<http://www.chemicaland21.com/industrialchem/organic/nitrobenzene.htm>